PART7　さまざまな炭酸同化

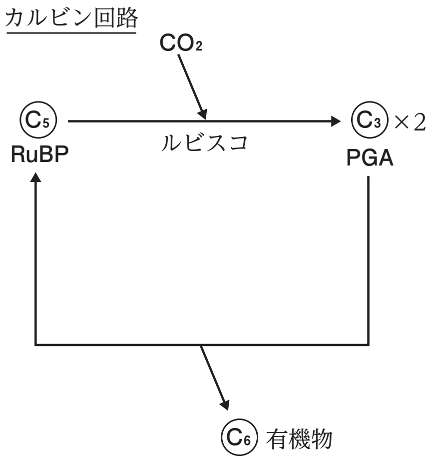
目標
- C_4 植物や CAM 植物の光合成の特性を把握する。
- 細菌の炭酸同化を把握する。

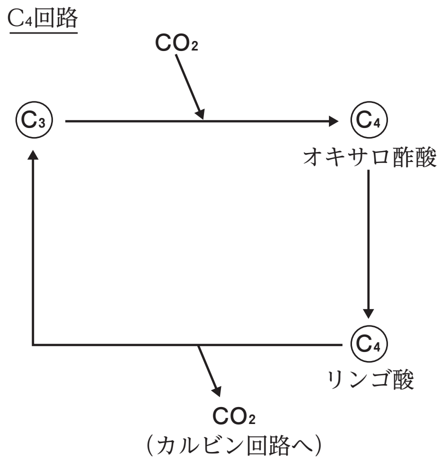
Chapter1　C_4植物やCAM植物の光合成

◆ カルビン回路とC_4回路

一般的な植物は，カルビン回路では二酸化炭素を取り込んで，C_3 化合物の PGA（ホスホグリセリン酸）を合成している。このような植物は，（　　　　　　）とよばれるが，カルビン回路の二酸化炭素の取り込みにかかわる酵素であるルビスコは二酸化炭素が低濃度の環境でははたらきにくい。

一部の植物は，カルビン回路よりも先に炭酸固定に特化した回路（C_4 **回路**）によって効率よく二酸化炭素を取り込んでいる。

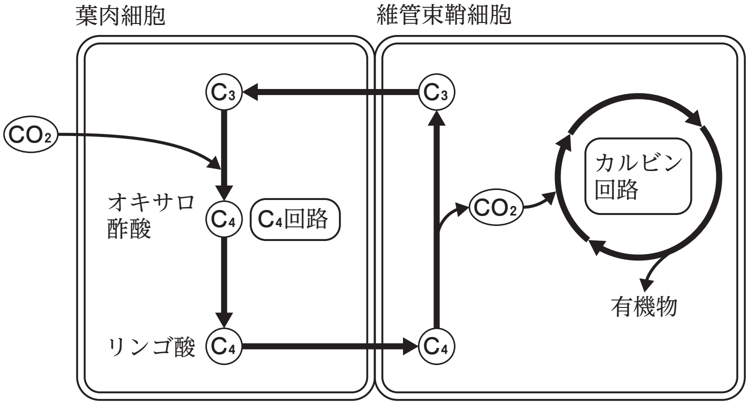




◆ C_4植物とCAM植物

(　　　　　　)：熱帯などの強光，高温で乾燥した環境での生育に適している。

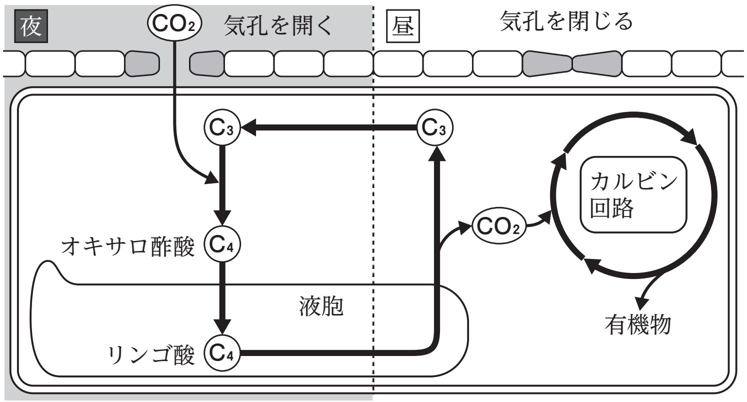
例 トウモロコシ，サトウキビ



(　　　　　　　)：夜に気孔を開いて二酸化炭素を取り込み，リンゴ酸として液胞に貯蔵する。

昼に気孔を開かずに光合成できるため，砂漠などの乾燥地での生育に適している。

例 ベンケイソウ，サボテン



	C_4 回路	カルビン回路
C_4 植物	葉肉細胞で進行	維管束鞘細胞で進行
CAM 植物	夜に進行 (気孔を開いて)	昼に進行 (気孔を閉じて)

Chapter2　細菌の炭酸同化

◆ 光合成細菌

一部の細菌は，原始的な光合成によって炭酸同化を行っている。このような細菌は（　　　　　　）とよばれ，光合成色素として（　　　　　　　　　　）を利用している。また，水の代わりに硫化水素を利用して光合成を行うため，酸素ではなく硫黄を生じる。

$$6CO_2 \ + \ 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

例 紅色硫黄細菌，緑色硫黄細菌

◆ 化学合成細菌

一部の細菌は，（　　　　　　）によって炭酸同化を行っており，このような細菌は（　　　　　　　）とよばれる。化学合成では，無機物の酸化によって生じる化学エネルギーを用いて，二酸化炭素から有機物を合成している。

無機物　＋　酸素　→　酸化物

⬇ 化学エネルギー

$6CO_2 \dashrightarrow C_6H_{12}O_6$

例 亜硝酸菌，硝酸菌，硫黄細菌

まとめ

- C_4 回路で取り込まれた二酸化炭素を利用してカルビン回路で有機物が合成される。
- 一部の細菌は，光合成や化学合成で有機物の合成を行う。

Chapter3　演習問題

細菌類の多くは動物と同様に従属栄養生物であるが，紅色硫黄細菌などの光合成細菌は光合成色素として（　ア　）をもち，光合成を行う。光合成細菌，緑色植物ともに，（　イ　）回路によって二酸化炭素を固定するが，(a)エネルギー獲得の点ではそれぞれが利用する電子供与体に違いがある。

細菌のなかには，(b)無機物の酸化反応で放出されたエネルギーを用いて ATP を合成し，炭酸同化を行っているものもある。このような反応を（　ウ　）という。

問 1　文中の（　ア　）～（　ウ　）に入る適切な語句をそれぞれ答えよ。

問 2　下線部(a)に関して，次の(1)，(2)に答えよ。

(1)　1 分子のグルコースを生産するには，何分子の二酸化炭素が必要か。その分子数を答えよ。

(2)　紅色硫黄細菌は水の代わりに何を用いて光合成を進めているのか，その名称を答えよ。

問 3　下線部(b)の生物として適切なものを，次からすべて選べ。

①　硫黄細菌　　②　大腸菌　　③　硝酸菌　　④　乳酸菌

⑤　緑色硫黄細菌

第7講　PART7　確認問題

問1　C_4 植物の光合成において，気孔から取り入れた二酸化炭素は，葉肉細胞の葉緑体内において C_3 化合物と結合して（　ア　）を経由しリンゴ酸となる。リンゴ酸は（　イ　）に移動した後，二酸化炭素を遊離し，この二酸化炭素がカルビン回路に入る。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　クエン酸　　②　フマル酸

③　オキサロ酢酸　　④　ホスホグリセリン酸

(2)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　孔辺細胞　　②　維管束鞘細胞

③　海綿状組織　　④　形成層

(3)　C_4 植物が生息に適している環境条件として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　低温・多湿　　②　低温・乾燥

③　高温・多湿　　④　高温・乾燥

問2　(a)CAM 植物では，夜間に気孔を開いて取り入れた二酸化炭素は，リンゴ酸となり（　ア　）に貯蔵される。そして，昼間に再び二酸化炭素に戻されてカルビン回路に入り，有機物合成に利用される。

(1)　下線部(a)について，次の①～④のうち CAM 植物として最も適当なものを一つ選べ。

①　サトウキビ　　②　イネ

③　トウモロコシ　　④　サボテン

(2)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ゴルジ体　②　液胞

③　リソソーム　④　葉緑体

問3　一部の細菌は，原始的な光合成により炭酸同化を行っている。このような細菌を光合成細菌という。光合成細菌のもつ光合成色素は（　ア　）で，次の式のように反応が進む。

$$6CO_2 + 12（\quad イ \quad）\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

また，無機物の酸化によって生じる化学エネルギーを用いて，二酸化炭素から有機物を合成する細菌もある。このような細菌を(a)化学合成細菌という。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　チラコイド　②　キサントフィル

③　バクテリオクロロフィル　④　カロテン

(2)　文中の（　イ　）に当てはまる分子式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　H_2　②　H_2S

③　O_2　④　SO_2

(3)　下線部(a)について，化学合成細菌に分類される細菌として適当でないものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　緑色硫黄細菌　②　硫黄細菌

③　硝酸菌　④　亜硝酸菌

第７講　代謝

PART1　代謝とエネルギー

問１　(ア) ①　(イ) ④　(ウ) ③　(エ) ①　(オ) ②

問２　④

PART2　異化-発酵

(1)　(ア) ④　(イ) ①　(ウ) ⑤　(エ) ⑥

(2)　酵母：アルコール発酵　乳酸菌：乳酸発酵

PART3　異化-呼吸

(1)　(ア) 水　(イ) オキサロ酢酸　(ウ) 酸化的リン酸化

(2)　②

(3)　NAD^{+}

(4)　マトリックスから，内膜と外膜の間に運ばれる。

PART4　さまざまな呼吸基質

(1)　(ア) ピルビン酸　(イ) NADH　(ウ) $FADH_2$

(エ) 電子伝達系　(オ) グリセリン

(カ) 脂肪酸　(キ) 尿素　（イ・ウ・オ・カ順不同）

(2)　(あ) 6　(い) 6　(う) 6　(え) 163　(お) 114

PART5　光合成と光合成色素

問１　[1]：③　[2]：③　[3]：④

問２　A：クロロフィルｂ　B：カロテン　C：クロロフィルａ

PART6　光合成のしくみ

⑴　㈠ 光合成色素　㈡ 水　㈢ 酸素　㈣ ATP 合成酵素
　　㈤ ルビスコ　㈥ カルビン回路

⑵　ストロマ

⑶　ⅰ：５　ⅱ：３

PART7　さまざまな炭酸同化

問１　㈠ バクテリオクロロフィル　㈡ カルビン　㈢ 化学合成

問２　⑴ ６分子　⑵ H_2S　⑶ シアノバクテリア

問３　①，③

第 7 講　PART7　確認問題　解答

問 1

（1）　③

解説：
C_4 植物では，二酸化炭素はオキサロ酢酸を経てリンゴ酸などの C_4 化合物に変えられている。

（2）　②

解説：
C_4 植物では，二酸化炭素を固定することで生じたリンゴ酸が葉肉細胞から維管束鞘細胞に移動した後，二酸化炭素を遊離する。この二酸化炭素が，カルビン回路に入る。

（3）　④

解説：
C_4 植物は，熱帯などの強光，高温で乾燥した環境での生息に適している。

問 2

（1）　④

解説：
CAM 植物には，サボテンの他にベンケイソウなどもある。

（2）　②

解説：
リンゴ酸は液胞に貯蓄され，昼に再び二酸化炭素を遊離させてカルビン回路に送り，有機物合成に利用される。

問3

(1)　③

解説：
光合成細菌は，光合成色素としてバクテリオクロロフィルをもつ。

(2)　②

解説：
光合成細菌は，水の代わりに硫化水素を利用して光合成を行うため，最終的には酸素ではなく硫黄を生じる。

(3)　①

解説：
緑色硫黄細菌は光合成細菌であり，光合成細菌には他にも，紅色硫黄細菌などがある。